

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Erfindungsschrift**
①0 **DE 197 15 038 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 02 F 1/00

②1 Aktenzeichen: 197 15 038.1
②2 Anmeldetag: 11. 4. 97
④3 Offenlegungstag: 5. 11. 98

BEST AVAILABLE COPY

DE 197 15 038 A 1

⑦1 Anmelder:
SAX + KLEE GmbH, 68159 Mannheim, DE

⑦4 Vertreter:
Ullrich & Naumann, 69115 Heidelberg

⑦2 Erfinder:
Strauß, Fritz, 74937 Spechbach, DE

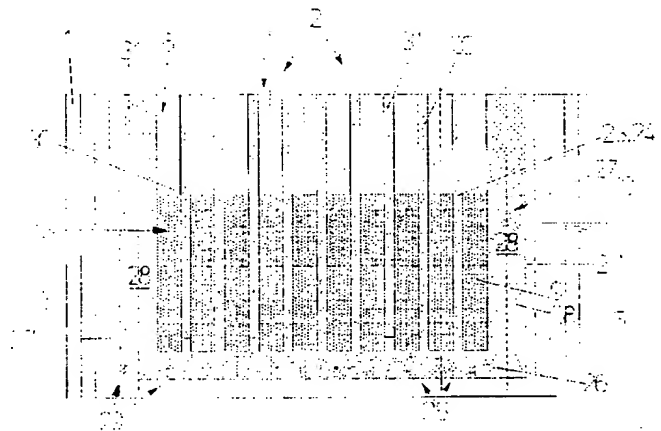
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 1 95 27 664 C1
DE 44 31 331 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Wasserdurchlässige Filterwand und Verfahren zur Herstellung der Filterwand

⑤7 Eine wasserdurchlässige Filterwand zur in-situ Grundwasserreinigung, bestehend aus einem zwischen zumindest weitgehend wasserundurchlässigen Spundwänden ausgebildeten wasserdurchlässigen Tor mit Füllmaterial, wobei das Tor in etwa quer zur Grundwasserfließrichtung im Erdreich angeordnet ist, ist zum einfachen Einbringen in das Erdreich bei einfachster Konstruktion des eigentlichen Filterbereichs bzw. der Reaktionszone und zum einfachen und bequemen Austausch des Filter- bzw. Reaktionsmaterials ohne baulichen Eingriff in das Bauwerk selbst derart ausgebildet, daß das Tor durch eine Aneinanderreihung vorgefertigter, in nacheinander ausgebildete Bohrungen eingebrachte Filterstränge gebildet ist. Des weiteren wird ein Verfahren zum Bau einer solchen Filterwand angegeben.



DE 197 15 038 A 1

Die Erfindung betrifft eine wasserdurchlässige Filterwand zur in-situ Grundwasserreinigung, bestehend aus einem zwischen zumindest weitgehend wasserdurchlässigen Spundwänden ausgebildeten wasserdurchlässigen Tor mit Füllmaterial, wobei das Tor in etwa quer zur Grundwasserfließrichtung im Erdreich angeordnet ist. Desweiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Filterwand.

Filterwände der hier in Rede stehenden Art sind seit Jahren in den unterschiedlichsten Ausführungsformen bekannt. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen den in-situ arbeitenden und den ex-situ arbeitenden Verfahren, je nachdem ob man das Grundwasser bzw. den kontaminierten Boden an Ort und Stelle beläßt und dort reinigt oder ob man das Grundwasser nach der klassischen hydraulischen Methode abpumpt und danach behandelt (pump-and-treat) und gleichermaßen das Erdreich nach einer Auskoffnung für sich gesehen isoliert behandelt.

Zu den in-situ Verfahren gehören die Bodenluftabsaugung sowie hydraulische und mikrobiologische Verfahren. Wenn man von einer Sanierung im Schadensherd vor Ort absieht, bietet sich die in-situ Sanierung durch eine im Abstrom platzierte in-situ Reaktionswand, wonach nämlich die im Grundwasser transportierte Fracht aus dem Grundwasser entfernt wird. Nachteile dieses Verfahrens sind jedoch sehr lange - zwingend erforderliche - Betriebszeiten der Reaktionswand.

Im Gegensatz zu der zuvor kurz erläuterten klassischen hydraulischen Sanierungsmethode ist die Reaktionswand von vornherein für einen Betrieb über viele Jahre oder gar Jahrzehnte konzipiert. Darüber hinaus handelt es sich bei der in-situ arbeitenden Reaktionswand grundsätzlich um ein System, welches im Betrieb keine Energie benötigt, d. h. es handelt sich hier um ein passives System, dessen Kosten sich ganz überwiegend durch den Bauaufwand und die Kosten für das Filtermaterial ergeben.

Eine konkrete Maßnahme zur in-situ Behandlung ist die permeable Reaktionswand, wonach über die gesamte Länge der Wand eine reaktive Zone bzw. ein Reaktor ausgebildet ist. Eine solche reaktive Zone läßt sich durch Erstellen und Verfüllen eines Grabens, durch Einbringen von Fremdmaterial zwischen Spundwänden und durch Einbringen von Filtermaterial zwischen Spundwänden realisieren. Nachteilig ist für dieses System, daß die Reaktorfüllung eine Langzeitfunktion erfüllen muß, zumal ein Austausch des Filter-/Fremdmaterials ausgeschlossen oder zu aufwendig ist.

Des weiteren ist aus der Praxis das "funnel-and-gate"-Prinzip bekannt, wonach lediglich ein begrenzter Bereich der in-situ Wand als permeable reaktive Zone (gate) ausgebildet ist. Der beidseits daran angrenzende Teil der Wand ist möglichst wasserdurchlässig oder zumindest nur gering wasserdurchlässig ausgebildet und die angrenzende Wand ist als Trichter (funnel) ausgeführt. Dieser Trichter wird meist in Form von Spund- oder Schlitzwänden gebaut. Der sich aus dem "funnel-and-gate"-Prinzip ergebende Vorteil liegt grundsätzlich darin, daß man die Reaktorfüllung bei geeigneter Reaktorkonstruktion beliebig austauschen kann, so bspw. auch eine Umstellung des Typs der Reaktorfüllung vornehmen kann.

Die zur Erstellung einer nach dem "funnel-and-gate"-Prinzip arbeitenden Filterwand erforderlichen Baumaßnahmen sind jedoch stets äußerst aufwendig. Darüber hinaus ist die Gestaltung des Reaktors zur Gewährleistung einer steten Austauschbarkeit des Filtermaterials aufwendig in der Konstruktion und bringt somit erheblich mehr Kosten gegenüber den herkömmlichen permeablen Reaktionswän-

den mit sich.

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine wasserdurchlässige Filterwand zur in-situ Grundwasserreinigung anzugeben, die nach dem "funnel-and-gate"-Prinzip arbeitet, sich durch einfache Maßnahmen in das Erdreich einbringen läßt und bei der der eigentliche Filterbereich bzw. die Reaktionszone in konstruktiver Hinsicht einfachst ausgebildet ist und einen einfachen und bequemen Austausch des Filter- bzw. Reaktionsmaterials ohne baulichen Eingriff ermöglicht. Desweiteren soll ein Verfahren zum Bau einer solchen Filterwand angegeben werden.

Die erfindungsgemäße Filterwand löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach ist die eingangs genannte wasserdurchlässige Filterwand zur in-situ Grundwasserreinigung derart ausgebildet, daß das Tor bzw. der Reaktor durch eine Aneinanderreihung vorgefertigter, in nacheinander ausgebildete Bohrungen eingebrachte Filterstränge gebildet ist.

In erfindungsgemäßer Weise ist erkannt worden, daß sich der Reaktor - zwischen den den Trichter bildenden beidseitigen Spundwänden - durch einfachste Maßnahmen aufbauen läßt, nämlich durch Maßnahmen aus dem Bereich des originären Brunnenbaus. Das Tor bzw. der Reaktor wird nämlich durch eine Verkettung von Bohrungen zwischen den Spundwänden errichtet, wobei in die Bohrungen Filterstränge eingebracht werden, die in ihrer Gesamtheit im aneinandergereihten Zustand das Tor bzw. den Reaktor mit darin befindlichem Filtermaterial bilden. Dies hat den enormen Vorteil, daß sich das Tor modular nahezu beliebig erweitern läßt, daß sich einzelne Filterstränge insgesamt durch Herausziehen nach oben austauschen lassen und daß sich aus den Filtersträngen heraus das Filtermaterial - segmentweise je Filterstrang - aussaugen bzw. abpumpen läßt. Eine Neubefüllung des Filterstrangs von außerhalb ist ohne weiteres möglich, ohne baulich aktiv werden zu müssen.

Hinsichtlich einer konkreten Ausgestaltung des Filterstrangs ist es von ganz besonderem Vorteil, wenn dieser einen rohrförmigen Füllkörper mit Filtermaterial umfaßt, wobei das Filtermaterial im eingebauten Zustand des Füllkörpers bis oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels aufgefüllt ist. Als Filtermaterial kommt grundsätzlich ein reaktives Material wie bspw. nullwertiges Eisen oder ein adsorptives Material wie bspw. Aktivkohle in Frage. Jedwede geeigneten Filtermaterialien lassen sich hier grundsätzlich einsetzen, und zwar unter Zugrundelegung einer Auswahl, die sich insbesondere im Hinblick auf die herauszufilternden Giftstoffe ergibt.

Der rohrförmige Füllkörper weist in weiter vorteilhafter Weise einen sich bis über den Ruhe-Wasserspiegel erstreckenden Einstrombereich und einen dem Einstrombereich gegenüberliegenden Ausstrombereich auf, wobei die beiden Bereiche zur Verlängerung der innerhalb des Füllkörpers zu durchströmenden Strecke auch auf unterschiedlichen Höhen angeordnet sein können. Letztendlich läßt sich der Wirkungsgrad eines Filterstranges dadurch erhöhen, daß man die innerhalb des Füllkörpers zu durchströmende Strecke durch geeignete Maßnahmen vergrößert, worauf später noch Bezug genommen wird.

Im Rahmen einer besonders einfachen Ausgestaltung könnte der Einstrombereich und der Ausstrombereich durch jeweils eine Perforation, Lochung oder durch Schlitzte in der Wandung des Füllkörpers definiert sein. Dabei sollte lediglich gewährleistet sein, daß eine hinreichende Menge Wasser in den Füllkörper einströmen bzw. den Füllkörper durchströmen kann, ohne daß das Ein- bzw. Ausströmen durch Verstopfung mit kleinsten Partikeln behindert ist.

Die innerhalb des Füllkörpers zu durchströmende Strecke läßt sich durch ganz besondere Maßnahmen vergrößern, so

bspw. durch die Vorgekehrung einer Tauchwand, die innerhalb des Füllkörpers zwischen dem Einströmbereich und dem Ausströmbereich angeordnet ist und mindestens eine einmahlige Umlenkung der Wasserströmung innerhalb des Füllkörpers erzwingt. Letztendlich handelt es sich hier um eine quer zur Strömungsrichtung eingebaute Leiteinrichtung, die das einströmende Wasser vor der Tauchwand nach oben oder nach unten umlenkt, so daß das Wasser am oberen oder unteren Ende der Tauchwand in die andere Richtung bis hin zum Ausströmbereich gezwungen wird. Im konkreten Falle könnte die Tauchwand einen nach unten gerichteten vertikalen einströmseitigen Strömungspfad und einen nach oben gerichteten vertikalen ausströmseitigen Strömungspfad oder umgekehrt definieren.

Ebenso wäre es denkbar, daß innerhalb des Füllkörpers zwischen dem Einströmbereich und dem Ausströmbereich gleich zwei oder mehrere zur Umlenkung der Wasserströmung dienende Tauchwände zur mehrfachen Umlenkung des Strömungspfades angeordnet sind, so daß die innerhalb des Füllkörpers zu durchströmende Strecke um ein mehrfaches vergrößert ist. Der Filtereffekt wird dadurch erhöht, wobei die Vorgekehrung der Tauchwand das Austauschen des Filtermaterials grundsätzlich erschwert.

Die Tauchwand bzw. die Tauchwände könnten in den Füllkörper fest eingebaut sein, wobei diese durch entsprechende Abstandhalter innerhalb des Füllkörpers festgeschraubt oder festgeschweißt sein können. Ebenso wäre es denkbar, die Tauchwand bzw. die Tauchwände aus dem Füllkörper nach oben herausziehbar zu gestalten, so daß diese zum Austausch des Filtermaterials entfernt werden, wodurch sich die Handhabung des Filtermaterials bzw. der Austausch des Filtermaterials wiederum vereinfacht.

Um nun einen sicheren Abschluß nach oben zu gewährleisten, könnte der Füllkörper durch einen Deckel bzw. durch eine Abdeckung nach oben hin schließbar sein, so daß es sich bei der beanspruchten Filterwand um ein von oberhalb des Erdbereichs zugängliches System handelt, wodurch sich ein besonders einfacher Zugriff auf das Filtermaterial und somit eine besonders einfache und kostengünstige Wartung bzw. Instandhaltung ergibt.

An der Außenwandung des Füllkörpers sind in weiter vorteilhafter Weise beidseits des Einströmbereichs und beidseits des Ausströmbereichs vertikal verlaufende, den Bereich unmittelbar um den Füllkörper herum segmentierende Füllwände ausgebildet. Dies setzt jedoch voraus, daß die Bohrung für den Füllkörper zumindest geringfügig größer angelegt ist als der Außendurchmesser des Füllkörpers selbst. Letztendlich handelt es sich bei den Füllwänden um den Ringbereich um den Füllkörper herum segmentierende Distanzelemente, die obendrein eine in etwa mittige Positionierung des Füllkörpers innerhalb der Bohrung gewährleisten.

Nach dem Einbringen des Füllkörpers in die Bohrung lassen sich die durch die Füllwände segmentierten Bereiche auffüllen, und zwar beidseits des Ein- und Ausströmbereichs vor dem Einströmbereich und hinter dem Ausströmbereich mit zusätzlichem Filtermaterial, wobei eben die Füllwände den dafür vorgesehenen Bereich auf den Einströmbereich und den Ausströmbereich begrenzen. Als Filtermaterial eignet sich dazu besonders Filterkies, welcher vorzugsweise bis über den Ruhe-Wasserspiegel in die durch die Füllwände definierten Bereiche gefüllt wird.

Beidseits des Ein- und Ausströmbereichs, jedoch seitlich der Einström- und Ausströmbereiche, bilden die Füllwände einen vertikalen Abdichtbereich, der zur Aufnahme einer zwischen den Füllkörpern wirkenden Abdichtmasse dient. Dabei handelt es sich in vorteilhafter Weise um quellfähigen Ton, der bis über den Ruhe-Wasserspiegel in die dort ausge-

bildeten Abdichtbereiche zwischen den Filterkörpern gefüllt wird. Dabei ist des weiteren wesentlich, daß die mit Abdichtmasse gefüllten Bereiche zweier benachbarter Filterstränge ineinandergreifen bzw. einander überlappen, so daß eine Verkettung der Filterstränge bei aneinandergereihten Filterkörpern gewährleistet ist.

In materialmäßiger Hinsicht ist von Vorteil, den Füllkörper und die Tauchwand aus Edelstahl herzustellen, um nämlich einen Langzeitbetrieb ohne Korrosion zu gewährleisten. Ebenso ist es jedoch auch denkbar, den Füllkörper und die Tauchwand aus oberflächenveredeltem Stahl herzustellen, so bspw. aus kunststoffbeschichtetem Stahl. Auch hier ist eine Korrosion wirksam vermieden.

Zur Gewährleistung einer sicheren Abdichtung um die zur Filterung dienenden Füllkörper sind die Bohrungen in einem unteren Bereich mit einem Dichtmaterial gefüllt, wobei es sich auch hier um eine Tonabdichtung handeln kann. Der Füllkörper erstreckt sich zumindest geringfügig in das Dichtmaterial hinein, ist somit im unteren Bereich zumindest geringfügig von dem Dichtmaterial umschlossen. Diese Maßnahme verhindert zumindest weitgehend eine ungewollte Durchströmung unterhalb des Füllkörpers.

Ebenfalls zur Vermeidung einer ungewollten Durchströmung, jedoch seitlich der als Filter dienenden Füllkörper, sind die Filterstränge beidseits des Tors über eine mit Abdichtmaterial aufgefüllte Anschlußbohrung mit den Spundwänden verbunden. Auch hier kann es sich bei dem Abdichtmaterial um eine Tonabdichtung handeln, die in die Anschlußbohrung bis über den Ruhe-Wasserspiegel als quellfähiger Ton eingefüllt ist. Die den Trichter bildenden Spundwände ragen von der Seite her in die Anschlußbohrung hinein und sind quasi mit dem Abdichtmaterial bzw. der Tonabdichtung vergossen.

Hinsichtlich einer geeigneten Abdichtung des Tors bzw. zwischen den Füllkörpern ist es schließlich von Vorteil, wenn die Abdichtungen, unterhalb der Filterstränge und zwischen den Filtersträngen einen sich zumindest geringfügig bis oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels erstreckenden, nach oben offenen Rahmen mit einzelnen Rahmensegmenten zwischen den Füllkörpern bilden. Letztendlich ist das Tor aus segmentierten Schlitten gebildet, die nämlich aus den einzelnen Füllkörpern der Filterstränge resultieren.

Wie bereits zuvor ausgeführt, enden sämtliche Auffüllungen sowohl des Filtermaterials als auch des Abdichtmaterials oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels. Die Anschlußbohrungen sowie die Bereiche zwischen den Füllkörpern und den Innenwandungen der Bohrungen lassen sich nun mit einem vorzugsweise sauberen Füllmaterial bis zur Oberkante der jeweiligen Bohrungen auffüllen, um nämlich eine hinreichende Stabilität des Bauwerks zu gewährleisten.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer zur in-situ Grundwasserreinigung dienenden Filterwand ist durch die Merkmale des Patentanspruches 26 gekennzeichnet. Danach weist das erfindungsgemäße Verfahren folgende Verfahrensschritte auf:

Zunächst einmal wird eine Großlochbohrung mit einer innen und außen glatten Verrohrung durch das anstehende Gebirge bzw. in das Erdreich bis auf den Stauer niedergebracht. Das Bohrloch bzw. die Bohrung wird bei gleichzeitigem Ziehen der Verrohrung bis über den höchsten Grundwasserspiegel mit einem quellfähigen Ton verfüllt, der im gequollenen Zustand eine Isolation bildet. Die restliche Strecke oberhalb des Tons wird mit vorzugsweise sauberem Auffüllmaterial gefüllt. Der so entstandenen Tonpfahl dient der Einbindung der danach zu bauenden Filterwand in die beidseitige Spundwand.

Die nächste Großbohrung bzw. Bohrung wird bspw. mit einer ca. 30%igen Einbindung in den Tonpfahl wiederum

bis auf den Stauer niedergebracht. In das offene Bohrloch wird nun der vorgefertigte Filterstrang eingebaut. Der Filterstrang ist durch spezielle Einbauten den hydraulischen Verhältnissen sowie der Schadstofftracht angepaßt und kann sowohl horizontal als auch vertikal durchströmt werden.

Die voranstehenden Verfahrensschritte werden bis zum Erhalt der gewünschten Torbreite wiederholt, wobei der jeweils zuvor erstellte Baukörper in die folgende Bohrung zumindest teilweise eingebunden wird, wodurch eine Verkettung der einzelnen Bohrungen und somit Filterstränge erreicht wird.

Der Ringraum in Grundwasserfließrichtung wird mit Filterkies und quer zur Fließrichtung mit quellfähigem Ton bis über den höchsten Grundwasserstand aufgefüllt. Durch die weiteren Bohrungen und den gleichen Ausbau mit jeweiliger Einbindung in den zuvor erstellten Baukörper läßt sich wie bereits zuvor gesagt die Filterwand erstellen, die dann in einen die Filterwand abschließenden Tonpfahl eingebunden wird, der genauso wie der erste Tonpfahl hergestellt wird.

In die beiden Tonpfähle wird jeweils die Spundwand für den Trichter eingebunden und so eine hydraulisch dichte Verbindung zwischen den Tunnel- und Gate-Segmenten hergestellt. Die aus Edelstahl oder kunststoffbeschichtetem Stahl hergestellten Filtereinheiten werden den jeweiligen geologischen und hydraulischen Verhältnissen angepaßt und können sowohl mit reaktiven Materialien, bspw. nullwertiges Eisen, als auch mit adsorptiven Materialien, bspw. Aktivkohle, befüllt werden. Ein Austausch der einzelnen Filtereinheiten ist problemlos möglich.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Vorderansicht, geschnitten, ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Filterwand.

Fig. 2 den Gegenstand aus **Fig. 1** in einer schematischen Draufsicht.

Fig. 3 in einer schematischen Seitenansicht, geschnitten, einen Filterstrang der Filterwand aus den **Fig. 1** und **2** und

Fig. 4 den Gegenstand aus **Fig. 3** in einer schematischen Draufsicht.

Die **Fig. 1** bis **4** zeigen in ihrer Gesamtheit ein Ausführungsbeispiel einer wasserdurchlässigen Filterwand zur in-situ Grundwasserreinigung, wobei diese Filterwand aus einem zwischen zumindest weitgehend wasserundurchlässigen Spundwänden **1** ausgebildeten wasserdurchlässigen Tor **2** mit darin befindlichem Füllmaterial **3** besteht. Das Tor **2** ist in etwa quer zur Grundwasserfließrichtung **4** im Erdreich **5** angeordnet, wobei die Spundwände **1** trichterförmig zum Tor **2** hin verlaufen, was sich insbesondere **Fig. 2** entnehmen läßt.

Erfindungsgemäß ist das Tor **2** durch eine Aneinanderreihung vorgefertigter, in nacheinander ausgebildete Bohrungen **6** eingebrachte Filterstränge **7** gebildet, wobei bei dem hier gewählten Ausführungsbeispiel insgesamt zehn Filterstränge **7** in ihrer Gesamtheit das Tor **2** bilden.

Fig. 3 zeigt besonders deutlich, daß der Filterstrang **7** einen rohrförmigen Füllkörper **8** mit Filtermaterial **9** umfaßt und daß der Füllkörper **8** bis oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels **10** mit Filtermaterial **9** aufgefüllt ist, um nämlich zu ge-

währleisten, daß kein Wasser das Tor **2** oberhalb des Filtermaterials **9** durchströmt. Bei dem Filtermaterial **9** handelt es sich im hier konkret gewählten Ausführungsbeispiel um Aktivkohle.

Die **Fig. 2** und **3** zeigen gemeinsam, daß der rohrförmige Füllkörper **8** einen sich bis über den Ruhe-Wasserspiegel **10** erstreckenden Einstrombereich **11** und einen dem Einstrombereich **11** gegenüberliegenden Ausstrombereich **12** aufweist. Der Einstrombereich **11** und der Ausstrombereich **12** sind durch jeweils eine Lochung **13** in der Wand des Füllkörpers **8** definiert, so daß ein Ein- und Ausströmen des zu filternden Wassers gewährleistet ist.

Innerhalb des Füllkörpers **8** ist zwischen dem Einstrombereich **11** und dem Ausstrombereich **12** eine zur einmaligen Umlenkung der Wasserströmung dienende Tauchwand **14** angeordnet, die einen nach unten gerichteten vertikalen einströmseitigen Strömungspfad **15** und einen nach oben gerichteten vertikalen ausströmseitigen Strömungspfad **16** definiert. Nach Durchströmen des Füllkörpers **8** gelangt das Wasser durch die Lochung **13** wieder nach außerhalb des Füllkörpers **8**, und zwar abströmseitig des Tors **2**.

Bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Tauchwand **14** fest in den Füllkörper **8** eingebaut, so daß diese lediglich gemeinsam mit dem Füllkörper **8** aus dem Erdreich **5** bzw. aus der Bohrung **6** herausgezogen werden kann.

In **Fig. 3** ist des weiteren angedeutet, daß der Füllkörper **8** durch einen Deckel **17** nach oben hin abgedeckt bzw. schließbar ist. Dieser Deckel **17** wird lediglich zu Wartungszwecken bzw. zum Austausch des Filtermaterials **9** geöffnet.

Fig. 4 zeigt besonders deutlich, daß an der Außenwandung **18** des Füllkörpers **8** beidseits des Einstrombereichs **11** und des Ausstrombereichs **12** vertikal verlaufende, den Bereich unmittelbar um den Füllkörper **8** segmentierende Füllwände **19** ausgebildet sind. Die Füllwände **19** bilden beidseits des Ein- und Ausstrombereichs **11**, **12** vor dem Einstrombereich **11** und hinter dem Ausstrombereich **12** jeweils zwischen dem Füllkörper **8** und der Innenwandung **20** der Bohrung **6** einen zur Aufnahme von Filtermaterial **21** dienenden abgegrenzten Füllbereich **22**. Die Füllbereiche **22** sind bis über den Ruhe-Wasserspiegel **10** mit Filterkies gefüllt, was sich wiederum der **Fig. 3** entnehmen läßt.

Fig. 4 zeigt des weiteren, daß die Füllwände **19** beidseits des Ein- und Ausstrombereichs **11**, **12** seitlich der Einstrom- und Ausstrombereiche **11**, **12** zwischen den Füllkörpern **8** einen vertikalen Abdichtbereich **23** zur Aufnahme einer zwischen den Füllkörpern **8** wirkenden Abdichtmasse **24** bilden, was sich insbesondere **Fig. 2** entnehmen läßt. Die Abdichtbereiche **23** sind bis über den Ruhe-Wasserspiegel **10** mit quellfähigem Ton gefüllt. **Fig. 2** zeigt besonders deutlich, daß die mit der Abdichtmasse **24** gefüllten Abdichtbereiche **23** benachbarter Filterstränge **7** ineinandergreifen und dadurch miteinander quasi verkettet sind.

Die **Fig. 1** und **3** zeigen gemeinsam, daß die Bohrungen **6** in einem unteren Bereich **25** mit einem Dichtmaterial **26** gefüllt sind, wobei es sich hier im konkreten um eine Tonabdichtung handelt. Der Füllkörper **8** ist in das Dichtmaterial **26** geringfügig eingebracht, so daß eine Abdichtung von unten her gewährleistet ist.

Beidseits des Tors **2** sind zum Anschluß des Tors **2** an die Spundwände **1** Anschlußbohrungen **27** ausgebildet, die ebenfalls mit einem Abdichtmaterial **28** aufgefüllt sind.

Im konkreten sind die Anschlußbohrungen **27** bis über den Ruhe-Wasserspiegel **10** mit einer Tonabdichtung aufgefüllt, in die die Spundwände **1** von der Seite her hineinragen und so mit dem Ton quasi fest verbunden sind.

Gemäß der Darstellung in **Fig. 1** bilden die Abdichtungen der Anschlußbohrungen **27**, unterhalb der Filterstränge **7**

und zwischen den Filtersträngen 7 bzw. zwischen den Füllkörpern 8 einen sich zumindest geringfügig bis oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels 10 erstreckenden, nach oben offenen Rahmen 29 mit einzelnen Rahmensegmenten 30 zwischen den das Tor 2 bildenden Füllkörpern 8.

Schließlich ist in Fig. 1 angedeutet, daß die Anschlußbohrungen 27 und die Bereiche zwischen den Füllkörpern 8 und den Innenwandungen 20 der Bohrungen 6 mit einem Füllmaterial 31 vollständig aufgefüllt sind, was zur Stabilität des Bauwerks insgesamt beiträgt.

Hinsichtlich des beanspruchten Verfahrens zur Herstellung der zuvor erörterten, zur in-situ Grundwasserreinigung dienenden Filterwand sei zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen.

Abschließend sei ganz besonders hervorgehoben, daß das voranstehend erörterte Ausführungsbeispiel zum Verständnis der beanspruchten Lehre beitragen soll, diese jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränkt.

Patentansprüche

1. Wasserdurchlässige Filterwand zur in-situ Grundwasserreinigung, bestehend aus einem zwischen zumindest weitgehend wasserundurchlässigen Spundwänden (1) ausgebildeten wasserdurchlässigen Tor (2) mit Füllmaterial (3), wobei das Tor (2) in etwa quer zur Grundwasserfließrichtung (4) im Erdreich (5) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Tor (2) durch eine Aneinanderreihung vorgefertigter, in nacheinander ausgebildete Bohrungen (6) eingebrachte Filterstränge (7) gebildet ist.
2. Filterwand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Filterstrang (7) einen rohrförmigen Füllkörper (8) mit Filtermaterial (9) umfaßt und daß das Filtermaterial (9) bis oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels (10) aufgefüllt ist.
3. Filterwand nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Filtermaterial (9) ein adsorptives Material, vorzugsweise Aktivkohle, dient.
4. Filterwand nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Filtermaterial (9) ein reaktives Material, beispielsweise nullwertiges Eisen, dient.
5. Filterwand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der rohrförmige Füllkörper (8) einen sich bis über den Ruhe-Wasserspiegel (10) erstreckenden Einströmbereich (11) und einen dem Einströmbereich (11) gegenüberliegenden Ausströmbereich (12) aufweist.
6. Filterwand nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Einströmbereich (11) und der Ausströmbereich (12) durch jeweils eine Perforation, Lochung (13) oder durch Schlitz in der Wandung des Füllkörpers (8) definiert ist.
7. Filterwand nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Füllkörpers (8) zwischen dem Einströmbereich (11) und dem Ausströmbereich (12) eine zur mindestens einmaligen Umlenkung der Wasserströmung dienende Tauchwand (14) angeordnet ist.
8. Filterwand nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Tauchwand (14) einen nach unten gerichteten vertikalen einströmseitigen Strömungspfad (15) und einen nach oben gerichteten vertikalen ausströmseitigen Strömungspfad (16) definiert.
9. Filterwand nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Füllkörpers (8) zwischen dem Einströmbereich (11) und dem Ausströmbereich

reich (12) zwei oder drei zur Umlenkung der Wasserströmung dienende Tauchwände (14) zur mehrfachen Umlenkung des Strömungspfades (15, 16) angeordnet sind.

10. Filterwand nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Tauchwand (14) bzw. die Tauchwände in den Füllkörper (8) fest eingebaut ist bzw. sind.

11. Filterwand nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Tauchwand (14) bzw. Tauchwände aus dem Füllkörper (8) nach oben herausziehbar ist bzw. sind.

12. Filterwand nach Anspruch 2 und ggf. einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (8) durch einen Deckel (17) oder durch eine Abdeckung nach oben schließbar ist.

13. Filterwand nach Anspruch 2 und ggf. einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß an der Außenwandung (18) des Füllkörpers (8) beidseits des Einströmbereichs (11) und des Ausströmbereichs (12) vertikal verlaufende, den Bereich unmittelbar um den Füllkörper (8) segmentierende Füllwände (19) ausgebildet sind.

14. Filterwand nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllwände (19) beidseits des Ein- und Ausströmbereichs (11, 12) vor dem Einströmbereich (11) und hinter dem Ausströmbereich (12) jeweils zwischen Füllkörper (8) und Innenwandung (20) der Bohrung (6) einen zur Aufnahme von Filtermaterial (21) dienenden abgegrenzten Füllbereich (22) bilden.

15. Filterwand nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllbereiche (22) vorzugsweise bis über den Ruhe-Wasserspiegel (10) mit Filterkies (21) gefüllt sind.

16. Filterwand nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllwände (19) beidseits des Ein- und Ausströmbereichs (11, 12) seitlich der Einström- und Ausströmbereiche (11, 12) zwischen den Füllkörpern (8) einen vertikalen Abdichtbereich (23) zur Aufnahme einer zwischen den Füllkörpern (8) wirkenden Abdichtmasse (24) bilden.

17. Filterwand nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtbereiche (23) vorzugsweise bis über den Ruhe-Wasserspiegel (10) mit quellfähigem Ton gefüllt sind.

18. Filterwand nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die mit einer Abdichtmasse (24) gefüllten Abdichtbereiche (23) benachbarter Filterstränge (7) ineinander greifen bzw. einander überlappen.

19. Filterwand nach den Ansprüchen 2 und 7 sowie ggf. einem der Ansprüche 3 bis 6 und 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (8) und die Tauchwand (14) aus Edelstahl hergestellt sind.

20. Filterwand nach den Ansprüchen 2 und 7 sowie ggf. einem der Ansprüche 3 bis 6 und 8 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (8) und die Tauchwand (14) aus vorzugsweise kunststoffbeschichtetem Stahl hergestellt sind.

21. Filterwand nach Anspruch 2 und ggf. einem der Ansprüche 3 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (6) in einem unteren Bereich (25) mit einem Dichtmaterial (26), vorzugsweise mit einer Tonabdichtung, gefüllt sind und daß die Füllkörper (8) in das Dichtmaterial (26) zumindest geringfügig hineinragen.

22. Filterwand nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterstränge (7) beidseits des Tors (2) über eine mit Abdichtmaterial (28)

aufgefüllte Anschlußbohrung (27) mit den Spundwänden (1) verbunden ist.

23. Filterwand nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußbohrungen (27) bis über den Ruhe-Wasserspiegel (10) mit einer Tonabdichtung auf- 5
gefüllt sind, in die die Spundwände (1) von der Seite her hineinragen.

24. Filterwand nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtungen der Anschlußbohrungen (27), unterhalb der Filterstränge 10
(7) und zwischen den Filtersträngen (7) einen sich zumindestens geringfügig bis oberhalb des Ruhe-Wasserspiegels (10) erstreckenden, nach oben offenen Rahmen (29) mit Rahmensegmenten (30) bilden.

25. Filterwand nach einem der Ansprüche 16 bis 24, 15
dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußbohrungen (27) und die Bereiche zwischen den Füllkörpern (8) und den Innenwandungen (20) der Bohrungen (6) mit einem Füllmaterial (31) aufgefüllt sind.

26. Verfahren zur Herstellung einer zur in-situ Grundwasserreinigung dienenden Filterwand, insbesondere zur Herstellung einer Filterwand nach einem der Ansprüche 1 bis 25, gekennzeichnet durch folgende Ver- 20
fahrensschritte:

a) Niederbringen einer Bohrung (6), vorzugs- 25
weise mit einer innen und außen glatten Verrohrung;

b) Auffüllen des Bohrlochs mit quellfähigem Ton bei gleichzeitigem Ziehen der Verrohrung bis über den höchsten Grundwasserspiegel; 30

c) Auffüllen der übrigen Strecke mit vorzugsweise sauberem Füllmaterial (9);

d) Niederbringen einer weiteren Bohrungen unter Einbindung in die davor gefertigte und bereits verfüllte Bohrung (6); 35

e) Einbau eines Filterstrangs (7) in die offene Bohrung (6);

f) Wiederholung der Verfahrensschritte d) und e) bis zum Erhalt der gewünschten Torbreite, wobei der jeweils zuvor erstellte Baukörper in die fol- 40
gende Bohrung (6) zumindest teilweise eingebunden wird;

g) Auffüllen des letzten Bohrlochs mit quellfähigem Ton bei gleichzeitigem Ziehen der Verrohrung bis über den höchsten Grundwasserspiegel; 45

h) Auffüllen der übrigen Strecke mit vorzugsweise sauberem Füllmaterial (9).

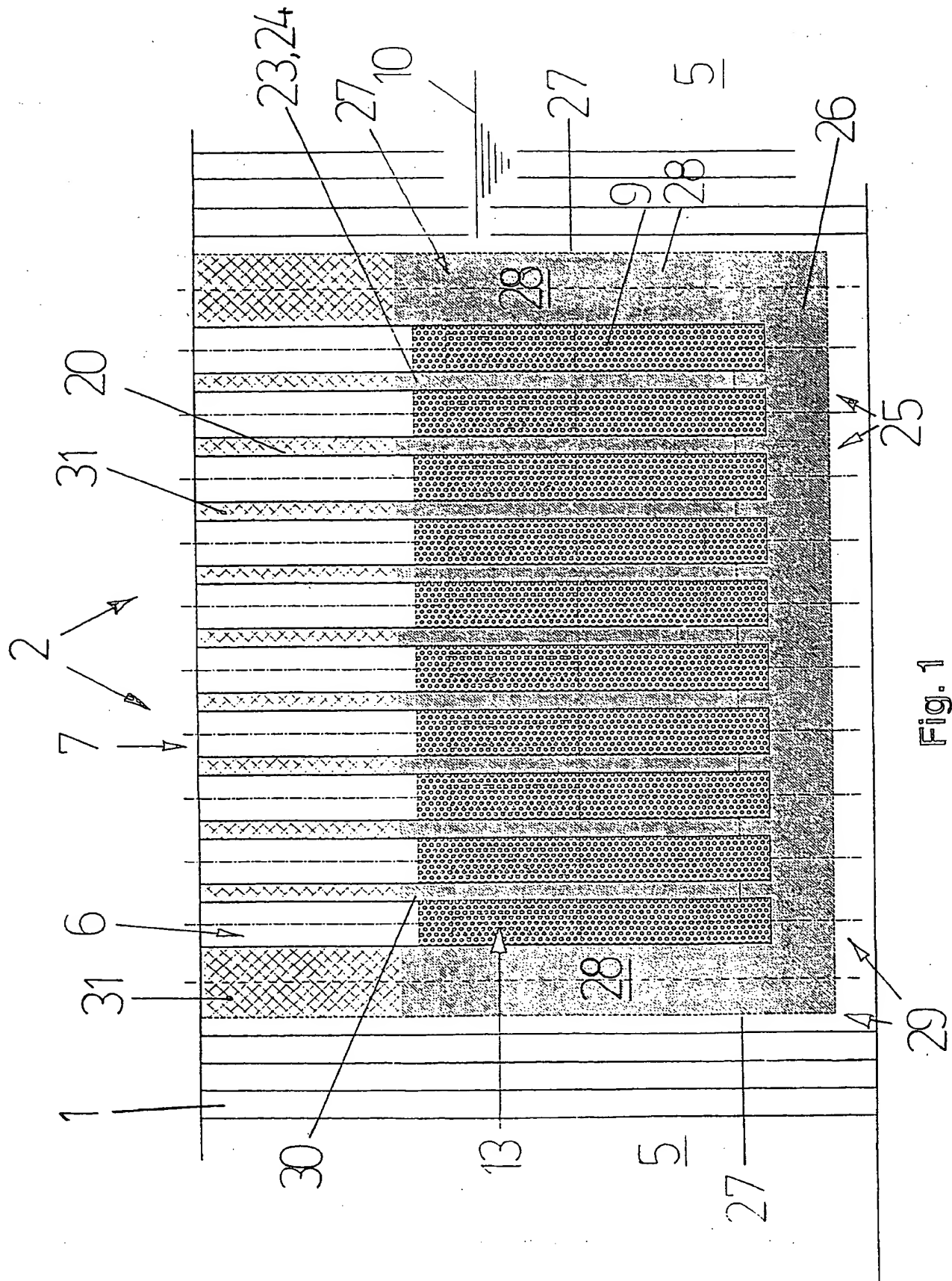
27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Einbau eines Filterstranges (7) in die offene Bohrung (6) das Bereitstellen eines Füllkörpers 50
(8), das Einbringen des Füllkörpers (8) in die Bohrung (6) und das Füllen des Füllkörpers (8) mit Filtermaterial (9) umfaßt.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich beidseits des Ein- und Ausströmbereichs (11, 12) vor dem Einströmbereich (11) und hinter dem Ausströmbereich (12) jeweils zwischen Füllkörper (8) und Innenwandung (20) der Bohrung (6) zwischen den Füllwänden (19) mit Filtermaterial (21) aufgefüllt wird. 60

29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß beidseits des Ein- und Ausströmbereichs (11, 12) seitlich der Einström- und Ausströmbereiche (11, 12) eine zwischen den Füllkörpern (8) und den Füllwänden (19) wirkende Abdichtmasse (24) ein- 65

gebracht wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



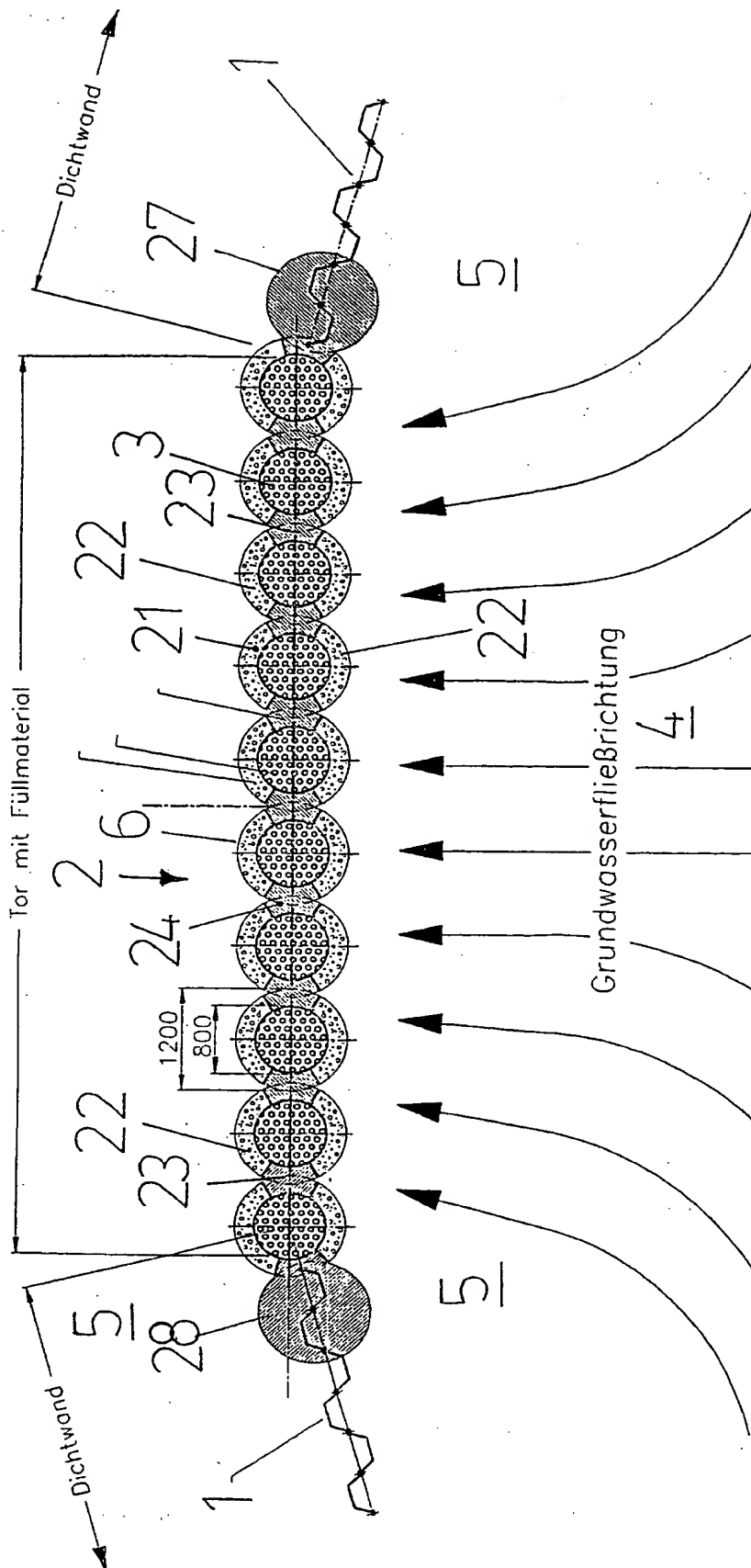


Fig. 2

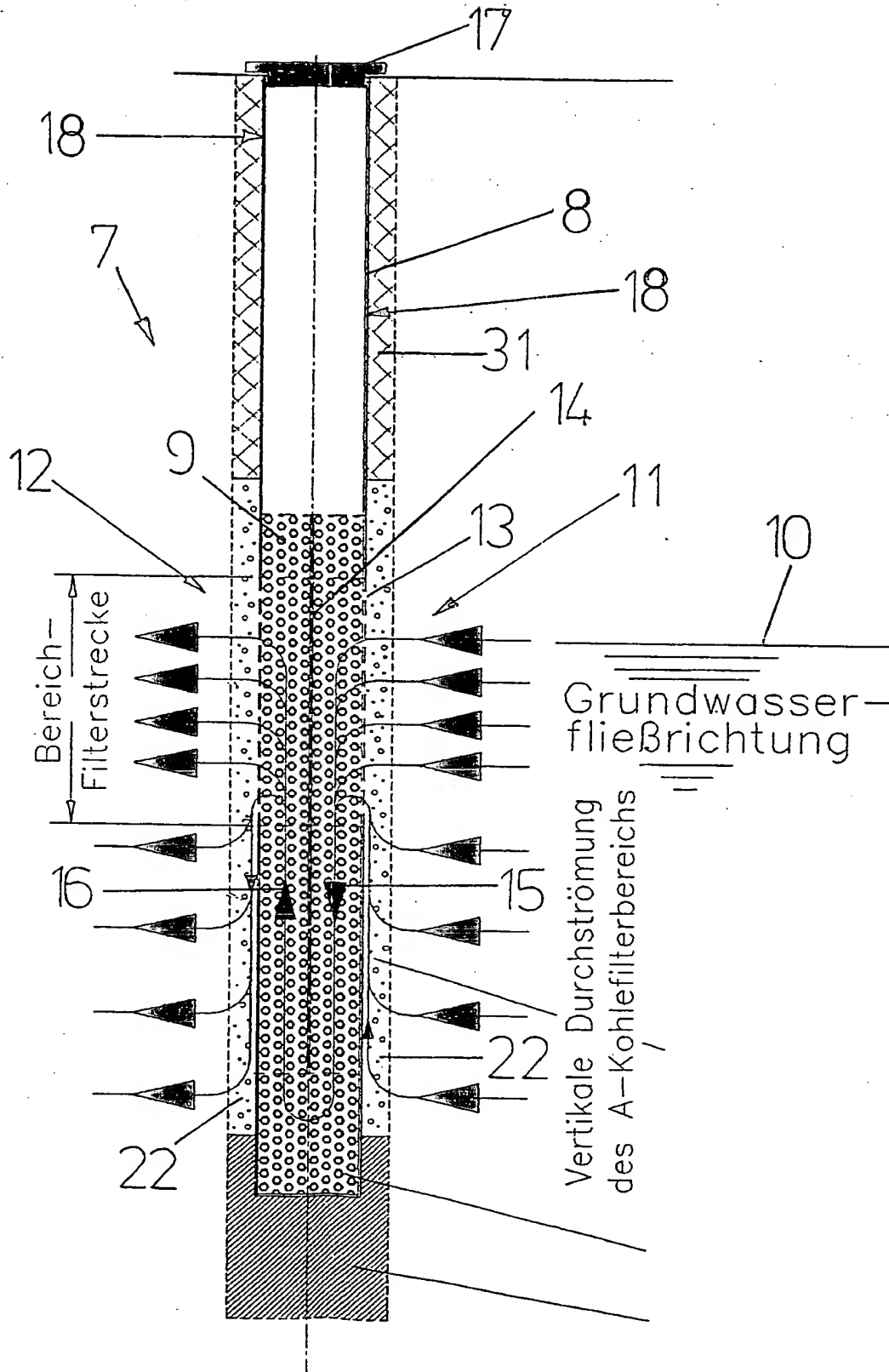


Fig. 3

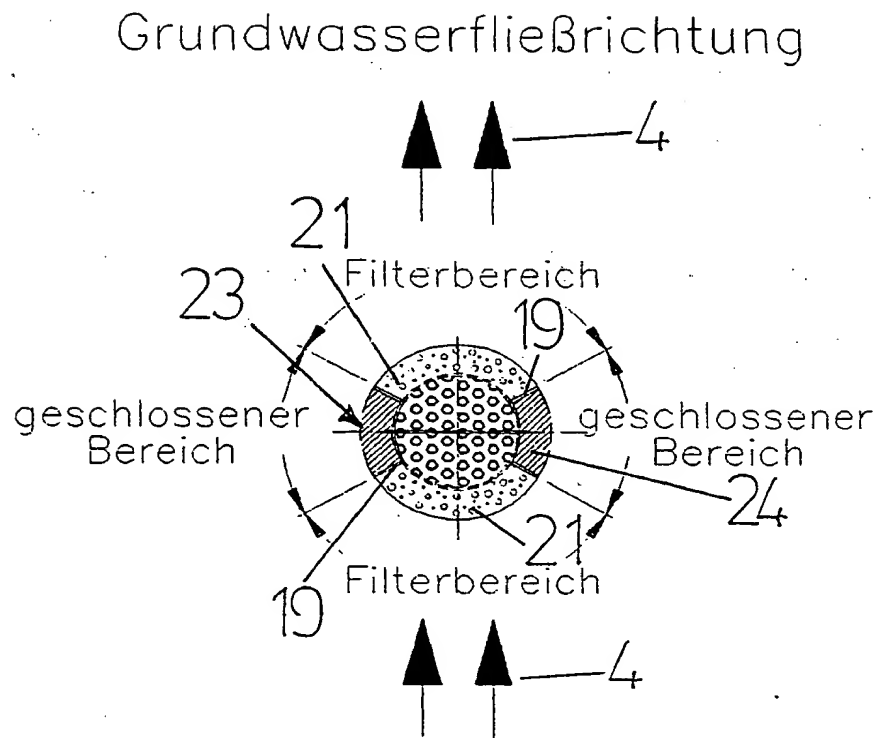


Fig. 4